

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed ~~with~~ ^{#4}
with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年10月16日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-315607

出 願 人
Applicant(s):

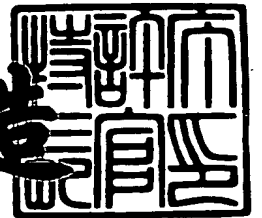
セイコーエプソン株式会社

8/3/00
M. P. Redden

2001年 9月 5日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3082332

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0081485

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 島田 勝人

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 宮田 佳直

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 亀井 宏行

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 高橋 哲司

【特許出願人】

 【識別番号】 000002369

 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100101236

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 栗原 浩之

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 042309

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9806571

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に振動板を介して設けられた下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧電素子は、前記圧力発生室に対向する領域内に、実質的な駆動部となる圧電体能動部と該圧電体能動部から連続する前記圧電体層を有するが実質的に駆動されない圧電体非能動部とを有し、且つ当該圧電素子の駆動による応力を抑えるための応力抑制層が、前記圧電体能動部と前記圧電体非能動部との境界を跨いで設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記圧電体層は、結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 の何れかにおいて、前記圧電体非能動部は前記下電極が除去されることにより形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 の何れかにおいて、前記圧電体層の膜厚が 0.5 ～ 3 μm であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 の何れかにおいて、前記圧電素子を構成する少なくとも圧電体層が、前記圧力発生室に対向する領域内に独立して形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 7】 請求項 6 において、前記上電極から周壁に対向する領域に配線電極が延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 8】 請求項 7 において、前記配線電極が、前記応力抑制層を兼ねることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 8 の何れかにおいて、前記応力抑制層が、絶縁材料からなる絶縁層を含むことを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 1 0】 請求項 1 ～ 9 の何れかにおいて、前記応力抑制層は、前記圧電体能動部側の端部の幅がその先端に向かって漸小していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 1 1】 請求項 1 ～ 1 0 の何れかにおいて、前記応力抑制層は、前記圧電体能動部と前記圧電体非能動部との境界よりも外側の領域で、前記圧力発生室よりも広い幅で形成され、前記圧力発生室の長手方向縁部に対向する領域の振動板が当該応力抑制層によって覆われていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 1 2】 請求項 1 ～ 1 1 の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が薄膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 1 3】 請求項 1 ～ 1 2 の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を介して圧電素子を設けて、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの 2 種類が実用化されている。

【0003】

前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】

これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】

一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】

これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】

また、この場合、圧電材料層は振動板の表面全体に設けたままで少なくとも上電極のみを各圧力発生室毎に設けることにより、各圧力発生室に対応する圧電素子を駆動することができるが、単位駆動電圧当たりの変位量及び圧力発生室に対向する部分とその外部とを跨ぐ部分で圧電体層へかかる応力の問題から、圧電体層及び上電極からなる圧電体駆動部を圧力発生室外に出ないように形成することが望ましい。

【0008】

そこで、各圧力発生室に対応する圧電素子を絶縁層で覆い、この絶縁層に各圧電素子を駆動するための電圧を供給するリード電極との接続部を形成するための窓（以下、コンタクトホールという）を各圧力発生室に対応して設け、各圧電素子とリード電極との接続部をコンタクトホール内に形成する構造が知られている。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、このように上電極とリード電極とを接続するためにコンタクトホールを設ける構造では、コンタクトホールを設ける部分の全体の膜厚が厚くなってしまい、変位特性が低下してしまうという問題があった。

【 0 0 1 0 】

このような問題を解決するために、圧力発生室に対向する領域に、圧電素子の実質的な駆動部である圧電体能動部から連続して、圧電体層を有するが実質的に駆動されない圧電体非能動部を設け、コンタクトホールを設けることなくリード電極を形成した構造が提案されている。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような構造では、圧電素子に電圧を印加して駆動させると、圧電体能動部が変形する。すなわち、圧電体能動部と圧電体非能動部との境界部分で急峻な応力変化が生じるため、この部分にクラック等の破壊が生じるという問題がある。

【 0 0 1 2 】

また、この問題は、特に、圧電材料層を成膜技術で形成した場合に生じやすい。なぜなら、成膜技術で形成した圧電材料層は非常に薄いため、バルクの圧電素子を貼付したものに比較して剛性が低いためである。

【 0 0 1 3 】

本発明は、このような事情に鑑み、圧電素子の駆動による圧電体層の破壊を防止したインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の第 1 の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室と、この圧力発生室に対応する領域に振動板を介して設けられた下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電素子は、前記圧力発生室に対向する領域内に、実質的な駆動部となる圧電体能動部と該圧電体能動部から連続する前記圧電体層を有するが実質的に駆動されない圧電体非能動部とを有し、且つ当該圧電素子の駆動による応力を抑えるための応力抑制層が、前記圧電体能動部と前記圧電体非能動部との境界を跨いで設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】

かかる第 1 の態様では、圧電素子を駆動する際に、圧電素子の圧電体能動部と圧電体非能動部との境界での応力が抑えられ、圧電体層の破壊が防止される。

【0016】

本発明の第 2 の態様は、第 1 の態様において、前記圧電体層は、結晶が優先配向していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】

かかる第 2 の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が優先配向している。

【0018】

本発明の第 3 の態様は、第 2 の態様において、前記圧電体層は、結晶が柱状となっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】

かかる第 3 の態様では、圧電体層が薄膜工程で成膜された結果、結晶が柱状となっている。

【0020】

本発明の第 4 の態様は、第 1 ～ 3 の何れかの態様において、前記圧電体非能動部は前記下電極が除去されることにより形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】

かかる第4の態様では、下電極を除去することにより、圧電体非能動部を容易に形成できる。

【0022】

本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様において、前記圧電体層の膜厚が0.5～3 μm であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】

かかる第5の態様では、圧電体層の膜厚を比較的薄くして、ヘッドを小型化することができる。

【0024】

本発明の第6の態様は、第1～5の何れかの態様において、前記圧電素子を構成する少なくとも圧電体層が、前記圧力発生室に対向する領域に独立して形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0025】

かかる第6の態様では、圧電素子の駆動による振動板の変位量が増加する。

【0026】

本発明の第7の態様は、第6の態様において、前記上電極から周壁に対向する領域に配線電極が延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0027】

かかる第7の態様では、圧電素子の上電極と外部配線とを配線電極を介して比較的容易に接続することができる。

【0028】

本発明の第8の態様は、第7の態様において、前記配線電極が、前記応力抑制層を兼ねることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0029】

かかる第8の態様では、配線電極が応力抑制層を兼ねるため、構造を簡略化でき、製造コストを抑えることができる。

【0030】

本発明の第 9 の態様は、第 1 ～ 8 の何れかの態様において、前記応力抑制層が、絶縁材料からなる絶縁層を含むことを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【 0 0 3 1 】

かかる第 9 の態様では、圧電素子の配線を短絡させることなく圧電素子にかかる応力を抑え、圧電体層の破壊をより確実に防止することができる。

【 0 0 3 2 】

本発明の第 1 0 の態様は、第 1 ～ 9 の何れかの態様において、前記応力抑制層は、前記圧電体能動部側の端部の幅がその先端に向かって漸小していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【 0 0 3 3 】

かかる第 1 0 の態様では、圧電体能動部と圧電体非能動部との境界近傍で、圧電素子にかかる応力が徐々に変化するため、この境界での急峻な応力変化による圧電体層の破壊が防止される。

【 0 0 3 4 】

本発明の第 1 1 の態様は、第 1 ～ 1 0 の何れかの態様において、前記応力抑制層は、前記圧電体能動部と前記圧電体非能動部との境界よりも外側の領域で、前記圧力発生室よりも広い幅で形成され、前記圧力発生室の長手方向縁部に対向する領域の振動板が当該応力抑制層によって覆われていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【 0 0 3 5 】

かかる第 1 1 の態様では、圧力発生室の長手方向縁部で、振動板の剛性が高められ、圧電素子の駆動による振動板の破壊が防止される。

【 0 0 3 6 】

本発明の第 1 2 の態様は、第 1 ～ 1 1 の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が薄膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【 0 0 3 7 】

かかる第 1 2 の態様では、比較的容易に圧力発生室を高精度且つ高密度に形成することができる。

【 0 0 3 8 】

本発明の第 1 3 の態様は、第 1 ～ 1 2 の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【 0 0 3 9 】

かかる第 1 3 の態様では、ヘッドの耐久性及び信頼性を向上したインクジェット式記録ヘッドを実現できる。

【 0 0 4 0 】

【発明の実施の形態】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 4 1 】

(実施形態 1)

図 1 は、本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図 2 は、図 1 の平面図及び断面図である。

【 0 0 4 2 】

図示するように、流路形成基板 1 0 は、本実施形態では面方位 (1 1 0) のシリコン単結晶基板からなる。この流路形成基板 1 0 の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ 1 ～ 2 μ m の弾性膜 5 0 が形成されている。

【 0 0 4 3 】

この流路形成基板 1 0 には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、複数の隔壁 1 1 により区画された圧力発生室 1 2 が幅方向に並設され、その長手方向外側には、後述するリザーバ形成基板のリザーバ部に連通して各圧力発生室 1 2 の共通のインク室となるリザーバ 1 1 0 の一部を構成する連通部 1 3 が形成され、各圧力発生室 1 2 の長手方向一端部とそれぞれインク供給路 1 4 を介して連通されている。

【 0 0 4 4 】

ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板を KOH 等のアルカリ溶液

に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)面と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッチングレートと比較して(111)面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0045】

本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。ここで、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。また各圧力発生室12の一端に連通する各インク供給路14は、圧力発生室12より浅く形成されており、圧力発生室12に流入するインクの流路抵抗を一定に保持している。すなわち、インク供給路14は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0046】

なお、このような流路形成基板10の厚さは、圧力発生室12を配設する密度に合わせて最適な厚さを選択する。例えば、180dpiの解像度が得られるように圧力発生室12を配置する場合、流路形成基板10の厚さは、180~280 μ m程度、より望ましくは、220 μ m程度とするのが好適である。また、例えば、360dpiの解像度が得られるように圧力発生室12を配置する場合に、流路形成基板10の厚さは、100 μ m以下とするのが好ましい。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0047】

また、流路形成基板 10 の他方面側には、各圧力発生室 12 のインク供給路 14 とは反対側で連通するノズル開口 21 が穿設されたノズルプレート 20 が接着剤や熱溶着フィルム等を介して固着されている。なお、ノズルプレート 20 は、厚さが例えば、0.1～1mm で、線膨張係数が 300℃以下で、例えば 2.5～4.5 [$\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$] であるガラスセラミックス、又は不銹鋼などからなる。ノズルプレート 20 は、一方の面で流路形成基板 10 の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、ノズルプレート 20 は、流路形成基板 10 と熱膨張係数が略同一の材料で形成するようにしてもよい。この場合には、流路形成基板 10 とノズルプレート 20 との熱による変形が略同一となるため、熱硬化性の接着剤等を用いて容易に接合することができる。

【0048】

ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室 12 の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口 21 の大きさととは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1 インチ当たり 360 個のインク滴を記録する場合、ノズル開口 21 は数十 μm の直径で精度よく形成する必要がある。

【0049】

一方、流路形成基板 10 に設けられた弾性膜 50 の上には、厚さが例えば、約 0.2 μm の下電極膜 60 と、厚さが例えば、約 1 μm の圧電体層 70 と、厚さが例えば、約 0.1 μm の上電極膜 80 とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子 300 を構成している。ここで、圧電素子 300 は、下電極膜 60、圧電体層 70、及び上電極膜 80 を含む部分をいう。一般的には、圧電素子 300 の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層 70 を各圧力発生室 12 毎にパターニングして構成する。そして、ここではパターニングされた何れか一方の電極及び圧電体層 70 から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体駆動部 320 という。本実施形態では、下電極膜 60 は圧電素子 300 の共通電極とし、上電極膜 80 を圧電素子 300 の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れ

の場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子 3 0 0 と当該圧電素子 3 0 0 の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。

【 0 0 5 0 】

ここで、このような圧電素子 3 0 0 の構造について詳しく説明する。

【 0 0 5 1 】

図 2 に示すように、圧電素子 3 0 0 の一部を構成する下電極膜 6 0 は、並設された複数の圧力発生室 1 2 に対向する領域に連続的に設けられ、圧力発生室 1 2 の長手方向一端部近傍でパターニングされている。すなわち、圧電素子 3 0 0 は、実質的な駆動部である圧電体能動部 3 2 0 と、連続する圧電体層 7 0 を有するが駆動されない圧電体非能動部 3 3 0 とを有し、パターニングされた下電極膜 6 0 の端部 6 0 a が圧電体能動部 3 2 0 の端部となっている。

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態では、圧電素子 3 0 0 を構成する圧電体能動部 3 2 0 及び圧電体非能動部 3 3 0 は、圧力発生室 1 2 に対向する領域内に独立して形成されている。すなわち、圧電体層 7 0 及び上電極膜 8 0 が、圧力発生室 1 2 に対向する領域内にパターニングされ、上電極膜 8 0 は、圧電素子 3 0 0 の長手方向一端部近傍から弾性膜 5 0 上に延設されたリード電極 9 0 を介して図示しない外部配線と接続されている。

【 0 0 5 3 】

ここで、このリード電極 9 0 は、圧電素子 3 0 0 の駆動時の応力を抑えるための応力抑制層 1 0 0 を兼ねており、圧電体能動部 3 2 0 に対向する領域から圧電体非能動部 3 3 0 上を介して弾性膜 5 0 上に延設されている。すなわち、リード電極 9 0 は圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 0 との境界を跨いで設けられている。

【 0 0 5 4 】

これにより、圧電素子 3 0 0 の長手方向端部近傍の剛性が高められ、圧電素子 3 0 0 の駆動時に圧電素子 3 0 0 にかかる応力を抑えることができる。したがって、圧電素子 3 0 0 を駆動した際に、圧電素子 3 0 0 の長手方向端部での変位量

が減少するため、繰返し変位によるクラックの発生等、圧電体層 7 0 の破壊を防止することができる。また、特に、リード電極 9 0 が圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 0 との境界を跨いで形成されているため、圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 0 との境界での急峻な応力変化を防止することができ、この応力変化に伴う圧電体層 7 0 の破壊を効果的に防止することができる。

【 0 0 5 5 】

以下、このような圧電素子 3 0 0 等をシリコン単結晶基板からなる流路形成基板 1 0 上に形成するプロセスについて、図 3 及び図 4 を参照しながら説明する。なお、図 3 及び図 4 は、圧力発生室 1 2 の長手方向の断面図である。

【 0 0 5 6 】

まず、図 3 (a) に示すように、流路形成基板 1 0 となるシリコン単結晶基板のウェハを約 1 1 0 0 °C の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜 5 0 を形成する。

【 0 0 5 7 】

次に、図 3 (b) に示すように、スパッタリングで下電極膜 6 0 を弾性膜 5 0 の全面に形成後、下電極膜 6 0 をパターニングして全体パターンを形成する。この下電極膜 6 0 の材料としては、白金等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルーゲル法で成膜する後述の圧電体層 7 0 は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で 6 0 0 ~ 1 0 0 0 °C 程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜 6 0 の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体層 7 0 としてチタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) を用いた場合には、酸化鉛の拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由から白金が好適である。

【 0 0 5 8 】

次に、図 3 (c) に示すように、圧電体層 7 0 を成膜する。この圧電体層 7 0 は、結晶が配向していることが好ましい。例えば、本実施形態では、金属有機物を触媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体層 7 0 を得る、いわゆるゾルーゲル法を用いて形成することにより、結晶が配向している圧電体層 7 0 とした。圧電体層

70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。なお、この圧電体層70の成膜方法は、特に限定されず、例えば、スパッタリング法で形成してもよい。

【0059】

さらに、ゾルーゲル法又はスパッタリング法等によりチタン酸ジルコン酸鉛の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

【0060】

何れにしても、このように成膜された圧電体層70は、バルクの圧電体とは異なり結晶が優先配向しており、且つ本実施形態では、圧電体層70は、結晶が柱状に形成されている。なお、優先配向とは、結晶の配向方向が無秩序ではなく、特定の結晶面がほぼ一定の方向に向いている状態をいう。また、結晶が柱状の薄膜とは、略円柱体の結晶が中心軸を厚さ方向に略一致させた状態で面方向に亘って集合して薄膜を形成している状態をいう。勿論、優先配向した粒状の結晶で形成された薄膜であってもよい。なお、このように薄膜工程で製造された圧電体層の厚さは、一般的に0.2～5 μ mである。

【0061】

次に、図3(d)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、アルミニウム、金、ニッケル、白金等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、白金をスパッタリングにより成膜している。

【0062】

次に、図4(a)に示すように、圧電体層70及び上電極膜80のみをエッチングして圧電体能動部320及び圧電体非能動部330からなる圧電素子300のパターニングを行う。すなわち、圧力発生室12に対向する領域で、下電極膜60が形成された領域が圧電体能動部320となり、下電極膜60が除去されている領域が圧電体非能動部330となる。

【0063】

次に、図4(b)に示すように、応力抑制層100を兼ねるリード電極90を

形成する。具体的には、例えば、金（Au）等からなるリード電極90を流路形成基板10の全面に亘って形成すると共に、各圧電素子300毎にパターニングする。このとき、リード電極90は、圧電体能動部320と圧電体非能動部330との境界を跨ぐように形成する。なお、このリード電極90は、例えば、ニッケル（Ni）等の密着層を介して設けるようにしてもよい。

【0064】

以上が膜形成プロセスである。このようにして膜形成を行った後、前述したアルカリ溶液によるシリコン単結晶基板の異方性エッチングを行い、図4（c）に示すように、圧力発生室12、連通部13及びインク供給路14等を形成する。

【0065】

なお、実際には、このような一連の膜形成及び異方性エッチングによって、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。そして、分割した流路形成基板10に、後述するリザーバ形成基板30及びコンプライアンス基板40を順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0066】

すなわち、図1及び図2に示すように、圧力発生室12等が形成された流路形成基板10の圧電素子300側には、リザーバ110の少なくとも一部を構成するリザーバ部31を有するリザーバ形成基板30が接合されている。このリザーバ部31は、本実施形態では、リザーバ形成基板30を厚さ方向に貫通して圧力発生室12の幅方向に亘って形成されている。そして、このリザーバ部31が、弾性膜50及び下電極膜60を貫通して設けられる貫通孔51を介して流路形成基板10の連通部13と連通され、各圧力発生室12の共通のインク室となるリザーバ110が構成されている。

【0067】

このリザーバ形成基板30としては、例えば、ガラス、セラミック材料等の流路形成基板10の熱膨張率と略同一の材料を用いることが好ましく、本実施形態では、流路形成基板10と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。これにより、上述のノズルプレート20の場合と同様に、両者を熱硬化性の接着剤

を用いた高温での接着であっても両者を確実に接着することができる。したがって、製造工程を簡略化することができる。

【 0 0 6 8 】

さらに、このリザーバ形成基板 3 0 には、封止膜 4 1 及び固定板 4 2 とからなるコンプライアンス基板 4 0 が接合されている。ここで、封止膜 4 1 は、剛性が低く可撓性を有する材料（例えば、厚さが $6 \mu\text{m}$ のポリフェニレンスルフィド（PPS）フィルム）からなり、この封止膜 4 1 によってリザーバ部 3 1 の一方面が封止されている。また、固定板 4 2 は、金属等の硬質の材料（例えば、厚さが $30 \mu\text{m}$ のステンレス鋼（SUS）等）で形成される。この固定板 4 2 のリザーバ 1 1 0 に対向する領域は、厚さ方向に完全に除去された開口部 4 3 となっているため、リザーバ 1 1 0 の一方面は可撓性を有する封止膜 4 1 のみで封止され、内部圧力の変化によって変形可能な可撓部 3 2 となっている。

【 0 0 6 9 】

また、このリザーバ 1 1 0 の長手方向略中央部外側のコンプライアンス基板 4 0 上には、リザーバ 1 1 0 にインクを供給するためのインク導入口 3 5 が形成されている。さらに、リザーバ形成基板 3 0 には、インク導入口 3 5 とリザーバ 1 1 0 の側壁とを連通するインク導入路 3 6 が設けられている。

【 0 0 7 0 】

一方、リザーバ形成基板 3 0 の圧電素子 3 0 0 に対向する領域には、圧電素子 3 0 0 の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で、その空間を密封可能な圧電素子保持部 3 3 が設けられている。そして、圧電素子 3 0 0 の少なくとも圧電体能動部 3 2 0 は、この圧電素子保持部 3 3 内に密封され、大気中の水分等の外部環境に起因する圧電素子 3 0 0 の破壊を防止している。

【 0 0 7 1 】

なお、このように構成したインクジェット式記録ヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口 3 5 からインクを取り込み、リザーバ 1 1 0 からノズル開口 2 1 に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、上電極膜 8 0 と下電極膜 6 0 との間に電圧を印加し、弾性膜 5 0、下電極膜 6 0 及び圧電体層 7 0 をたわみ変形させることによ

り、圧力発生室 1 2 内の圧力が高まりノズル開口 2 1 からインク滴が吐出する。

【 0 0 7 2 】

(実施形態 2)

図 5 は、実施形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図及び断面図である。

【 0 0 7 3 】

本実施形態は、応力抑制層 1 0 0 を兼ねるリード電極 9 0 によって、圧力発生室 1 2 の長手方向縁部の振動板を覆うようにした例であり、図 5 に示すように、リード電極 9 0 は、圧電体能動部 3 2 0 側端部近傍の幅が、その先端側に向かって漸小するようにし、且つ圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 0 との境界よりも外側の領域では、圧力発生室 1 2 よりも広い幅で延設するようにした以外は、実施形態 1 と同様である。

【 0 0 7 4 】

このような構成では、実施形態 1 と同様に、圧電体層 7 0 の破壊を防止することができる。また、応力抑制層 1 0 0 を兼ねるリード電極 9 0 によって、圧力発生室 1 2 の長手方向縁部が覆われているため、圧力発生室 1 2 の縁部での振動板の剛性が高くなり、圧電素子 3 0 0 の駆動による振動板の破壊を同時に防止することができる。

【 0 0 7 5 】

上述したように、本実施形態の振動板は、基本的には弾性膜 5 0 と下電極膜 6 0 とで構成されているが、圧力発生室 1 2 の長手方向の縁部では、下電極膜 6 0 が除去されて弾性膜 5 0 のみで構成されている。このため、圧力発生室 1 2 の長手方向の縁部では振動板の膜厚が薄く、圧電素子 3 0 0 の駆動による繰り返し変形によって振動板が破壊する虞があるが、応力抑制層 1 0 0 を兼ねるリード電極 9 0 で覆うことにより振動板の剛性が高く保持されるため、振動板の破壊を防止することができる。

【 0 0 7 6 】

また、本実施形態では、リード電極 9 0 の圧電体能動部 3 2 0 側端部近傍の幅が、その先端側に向かって漸小するようにしたので、圧電素子 3 0 0 を駆動する

際に、圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 0 との境界近傍にかかる応力は、圧電体非能動部 3 3 0 側に向かってが徐々に小さくなる。すなわち、この境界近傍での急峻な応力変化を抑えて圧電体層 7 0 の破壊を確実に防止することができる。

【 0 0 7 7 】

なお、本実施形態は、応力抑制層 1 0 0 を兼ねるリード電極 9 0 の圧電体能動部 3 2 0 側端部近傍の幅が、その先端側に向かって漸小するようにしたが、これに限定されず、圧電素子 3 0 0 の配線が短絡することなく、圧力発生室 1 2 の長手方向縁部に対向する領域の振動板が覆われていればよく、例えば、図 6 に示すように、リード電極 9 0 は、圧電体能動部 3 2 0 に対向する領域では、圧電素子 3 0 0 よりも狭い幅で形成され、圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 0 との境界よりも外側の領域では、圧力発生室 1 2 の幅よりも広い幅で延設されるようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

(実施形態 3)

図 7 は、実施形態 3 に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図である。

【 0 0 7 9 】

本実施形態は、圧電素子 3 0 0 の長手方向両端部に圧電体非能動部 3 3 0 及び応力抑制層 1 0 0 を設けた例である。詳しくは、図 6 に示すように、下電極膜 6 0 は、上述の実施形態と同様に圧力発生室 1 2 の長手方向一端部近傍でパターンニングされている。一方、圧力発生室 1 2 の長手方向他端部近傍では、下電極膜 6 0 が各圧力発生室 1 2 毎にパターンニングされて下電極膜除去部 6 1 が形成され、圧電素子 3 0 0 の長手方向両端部に、それぞれ圧電体非能動部 3 3 0 及び 3 3 1 が形成されている。また、圧電素子 3 0 0 の長手方向一端部側には、上述の実施形態と同様に、応力抑制層 1 0 0 を兼ねるリード電極 9 0 が形成され、長手方向他端部上には、リード電極 9 0 と同一材料からなる応力抑制層 1 0 0 が圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 1 との境界を跨いで、下電極膜除去部 6 1 内に形成されている。

【 0 0 8 0 】

このような構成では、圧電素子 3 0 0 の長手方向両端部における圧電体層 7 0 の破壊を防止することができる。

【 0 0 8 1 】

(実施形態 4)

図 8 は、実施形態 4 に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図及び断面図である。

【 0 0 8 2 】

上述の実施形態では、リード電極 9 0 が応力抑制層 1 0 0 を兼ねるようにしたが、本実施形態は、リード電極 9 0 とは別途、応力抑制層 1 0 0 A を設けた例である。すなわち、本実施形態では、圧電素子 3 0 0 の圧電体非能動部 3 3 0 が圧力発生室 1 2 に対向する領域から周壁に対向する領域まで延設されており、その端部近傍に、図示しない外部配線が直接接続されるようになっている。また、圧力発生室 1 2 の長手方向端部近傍に、圧電体能動部 3 2 0 と圧電体非能動部 3 3 0 との境界を跨いで応力抑制層 1 0 0 A が形成されている以外は、実施形態 2 の構成と同様である。

【 0 0 8 3 】

ここで、応力抑制層 1 0 0 A は、本実施形態では、各圧電素子 3 0 0 毎に設けられているが、例えば、並設された圧電素子 3 0 0 に亘って連続して形成するようにしてもよい。また、応力抑制層 1 0 0 A は、絶縁材料からなる絶縁層で形成することが好ましいが、各圧電素子の配線が短絡することがなければ、導電性を有する材料で形成してもよい。

【 0 0 8 4 】

勿論、このような構成であっても、上述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 5 】

(他の実施形態)

以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【 0 0 8 6 】

例えば、上述の実施形態では、圧電体非能動部 3 3 0, 3 3 1 が下電極膜 6 0 を除去することにより形成されているが、これに限定されず、例えば、圧電体層 7 0 と上電極膜 8 0 との間に低誘電絶縁層を設けることにより形成してもよく、さらには、圧電体層 7 0 に部分的にドーピング等を行って不活性とすることにより形成してもよい。

【 0 0 8 7 】

また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図 9 は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【 0 0 8 8 】

図 9 に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット 1 A 及び 1 B は、インク供給手段を構成するカートリッジ 2 A 及び 2 B が着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット 1 A 及び 1 B を搭載したキャリッジ 3 は、装置本体 4 に取り付けられたキャリッジ軸 5 に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット 1 A 及び 1 B は、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【 0 0 8 9 】

そして、駆動モータ 6 の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト 7 を介してキャリッジ 3 に伝達されることで、記録ヘッドユニット 1 A 及び 1 B を搭載したキャリッジ 3 はキャリッジ軸 5 に沿って移動される。一方、装置本体 4 にはキャリッジ軸 5 に沿ってプラテン 8 が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シート S がプラテン 8 に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【 0 0 9 0 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、圧電体能動部と圧電体非能動部とを有する圧電素子の長手方向端部に、圧電体能動部と圧電体非能動部との境界を跨ぐ応力

抑制層を設けるようにしたので、圧電素子の長手方向端部近傍の剛性が高められ、圧電素子の駆動の際に、圧電素子にかかる応力を抑えて圧電体層の破壊を防止することができる。特に、圧電体能動部と圧電体非能動部との境界での急峻な応力変化を防止することができるため、この部分での応力変化に伴う圧電体層の破壊を効果的に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの概略を示す斜視図である。

【図 2】

本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図である。

【図 3】

本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 4】

本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 5】

本発明の実施形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図である。

【図 6】

本発明の実施形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドの他の例を示す平面図である。

【図 7】

本発明の実施形態 3 に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図である。

【図 8】

本発明の実施形態 4 に係るインクジェット式記録ヘッドの平面図及び断面図で

ある。

【図 9】

本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

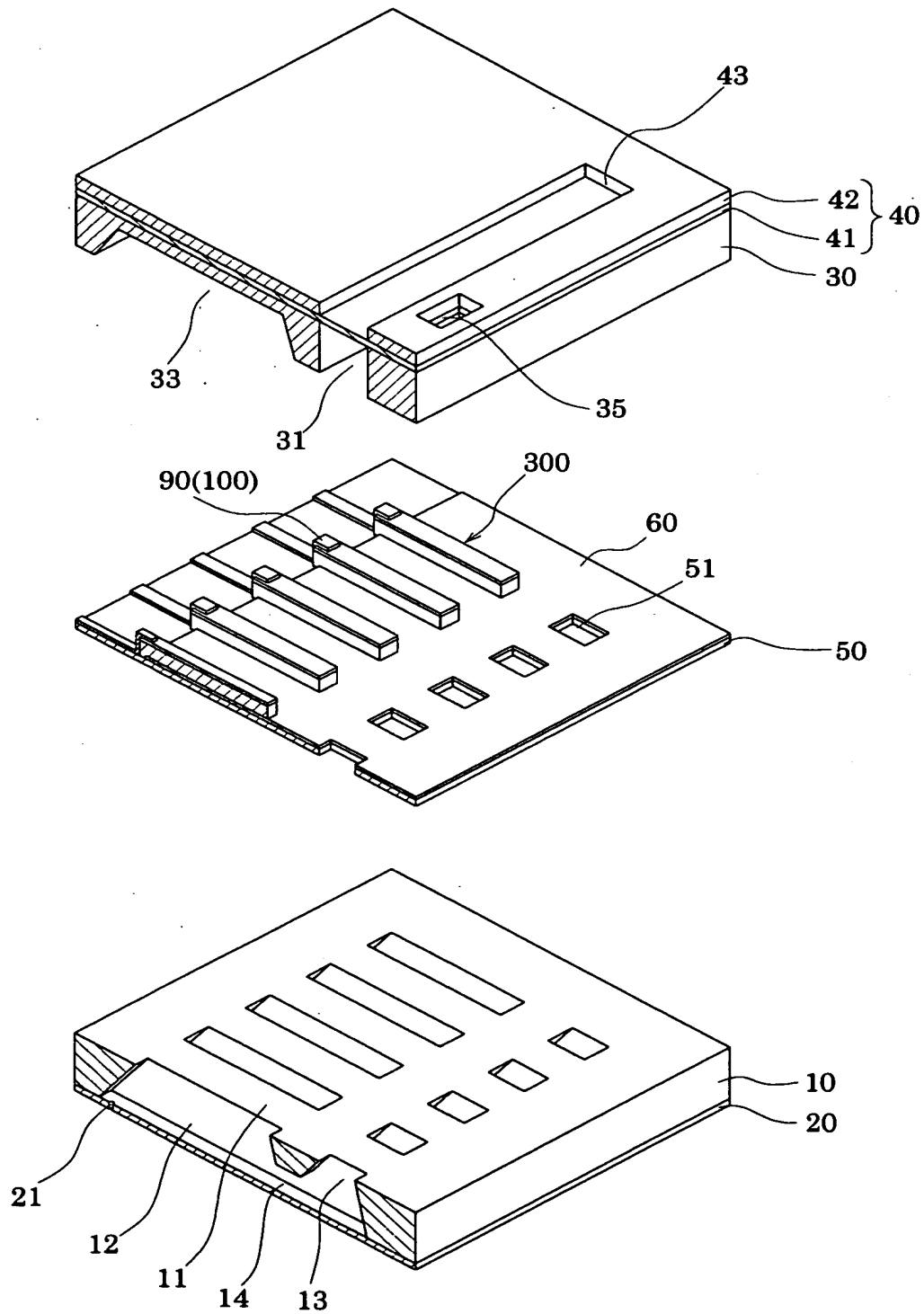
【符号の説明】

- 1 0 流路形成基板
- 1 1 隔壁
- 1 2 圧力発生室
- 1 3 連通部
- 1 4 インク供給路
- 2 0 ノズルプレート
- 3 0 リザーバ形成基板
- 4 0 コンプライアンス基板
- 5 0 弾性膜
- 6 0 下電極膜
- 7 0 圧電体層
- 8 0 上電極膜
- 9 0 リード電極
- 1 0 0, 1 0 0 A 応力抑制層
- 3 0 0 圧電素子
- 3 2 0 圧電体能動部
- 3 3 0, 3 3 1 圧電体非能動部

【書類名】

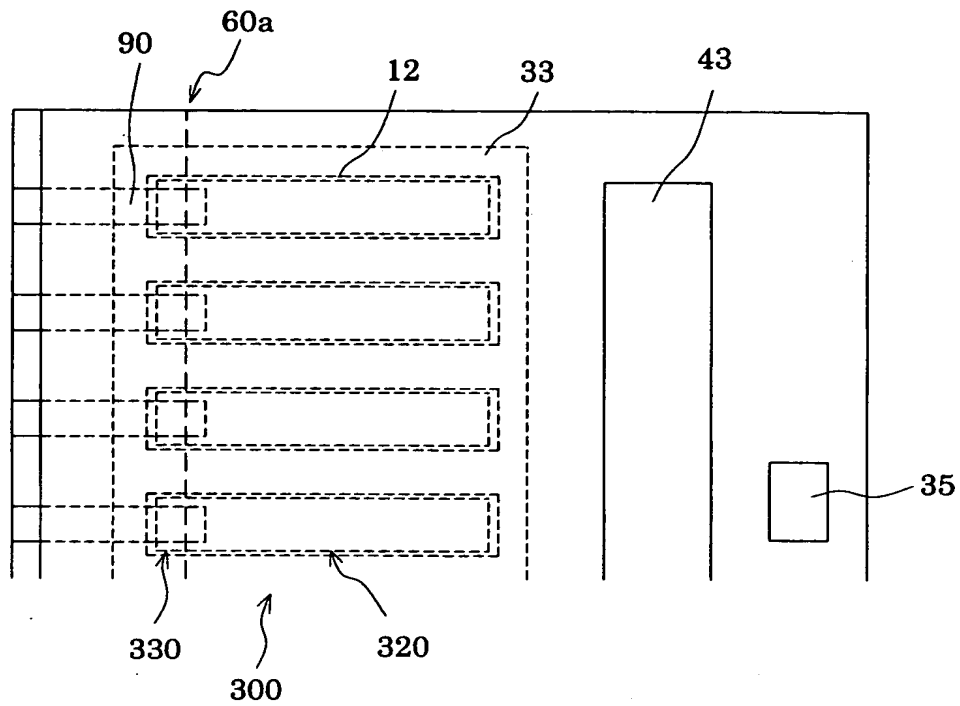
図面

【図 1】

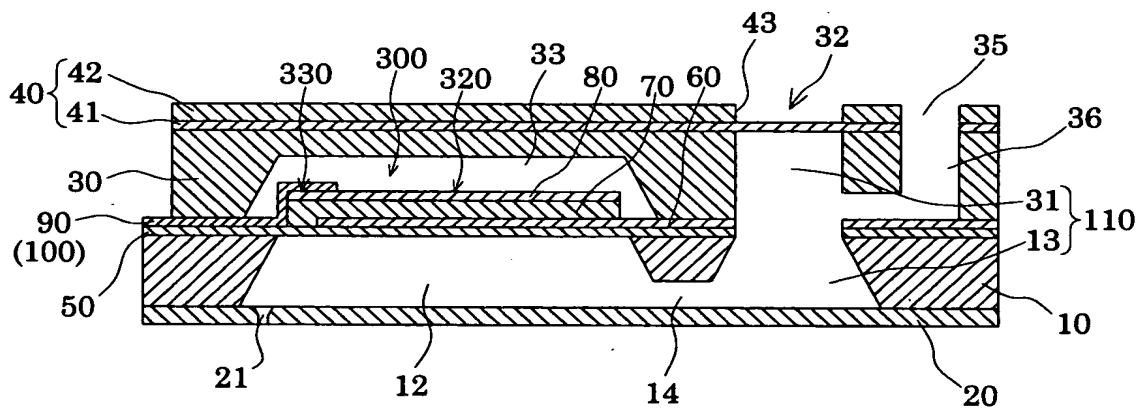


【図 2】

(a)

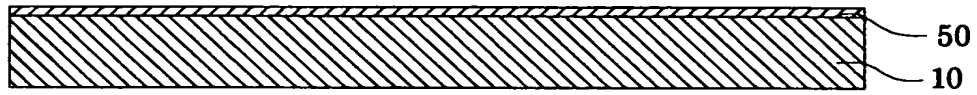


(b)

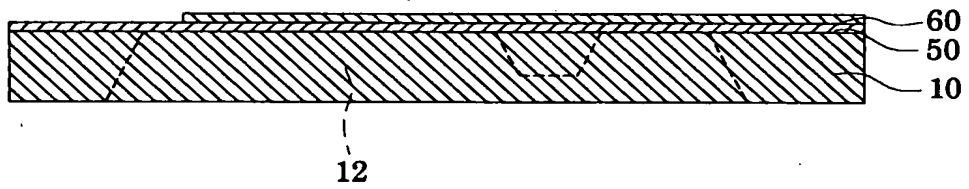


【図 3】

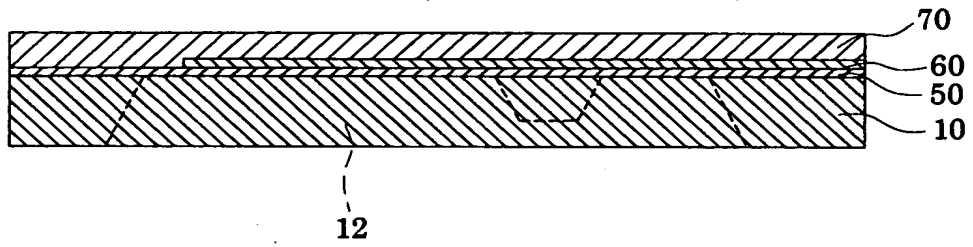
(a)



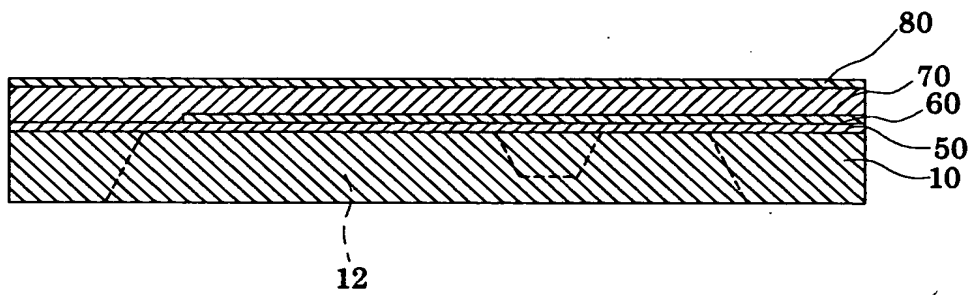
(b)



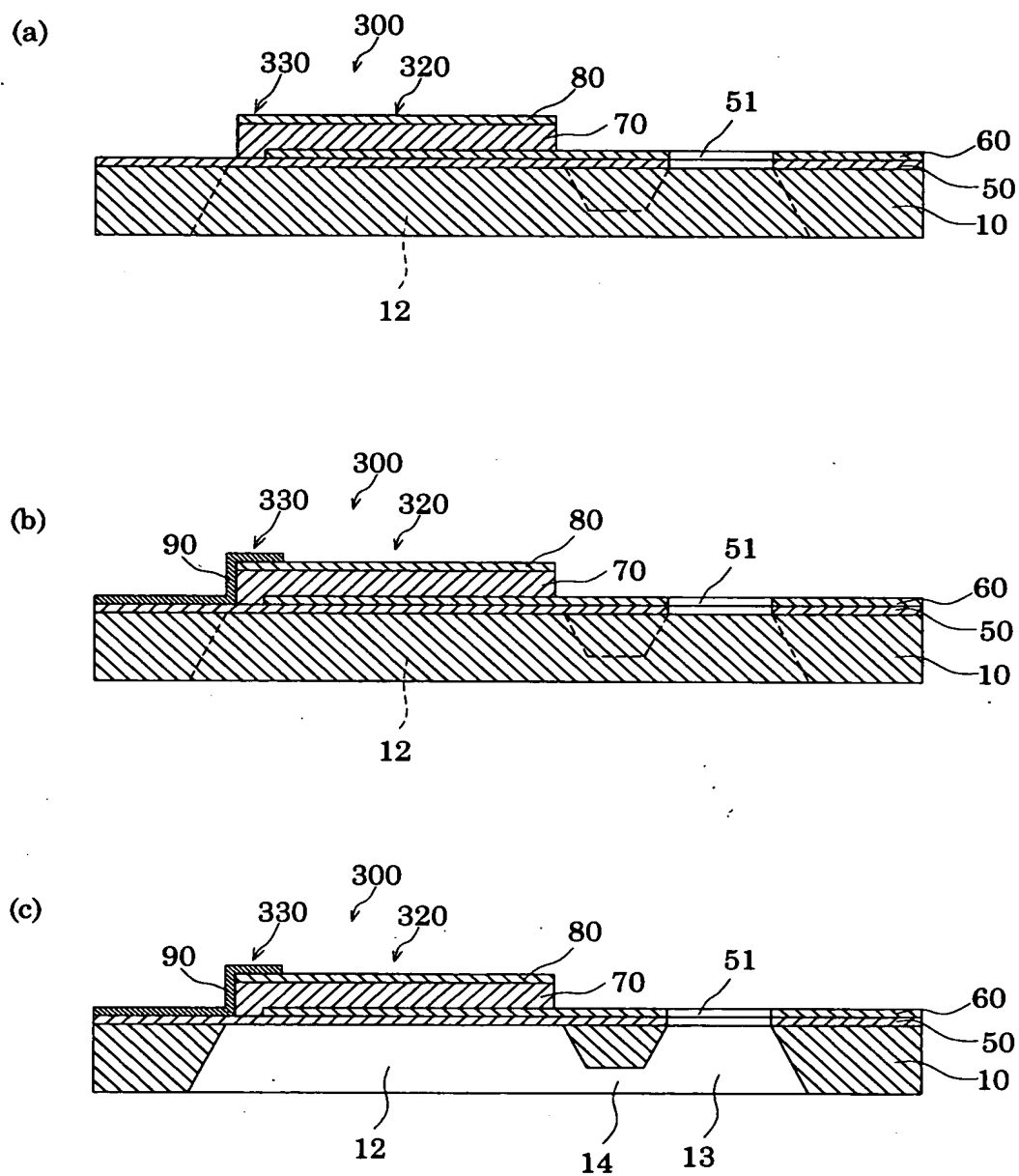
(c)



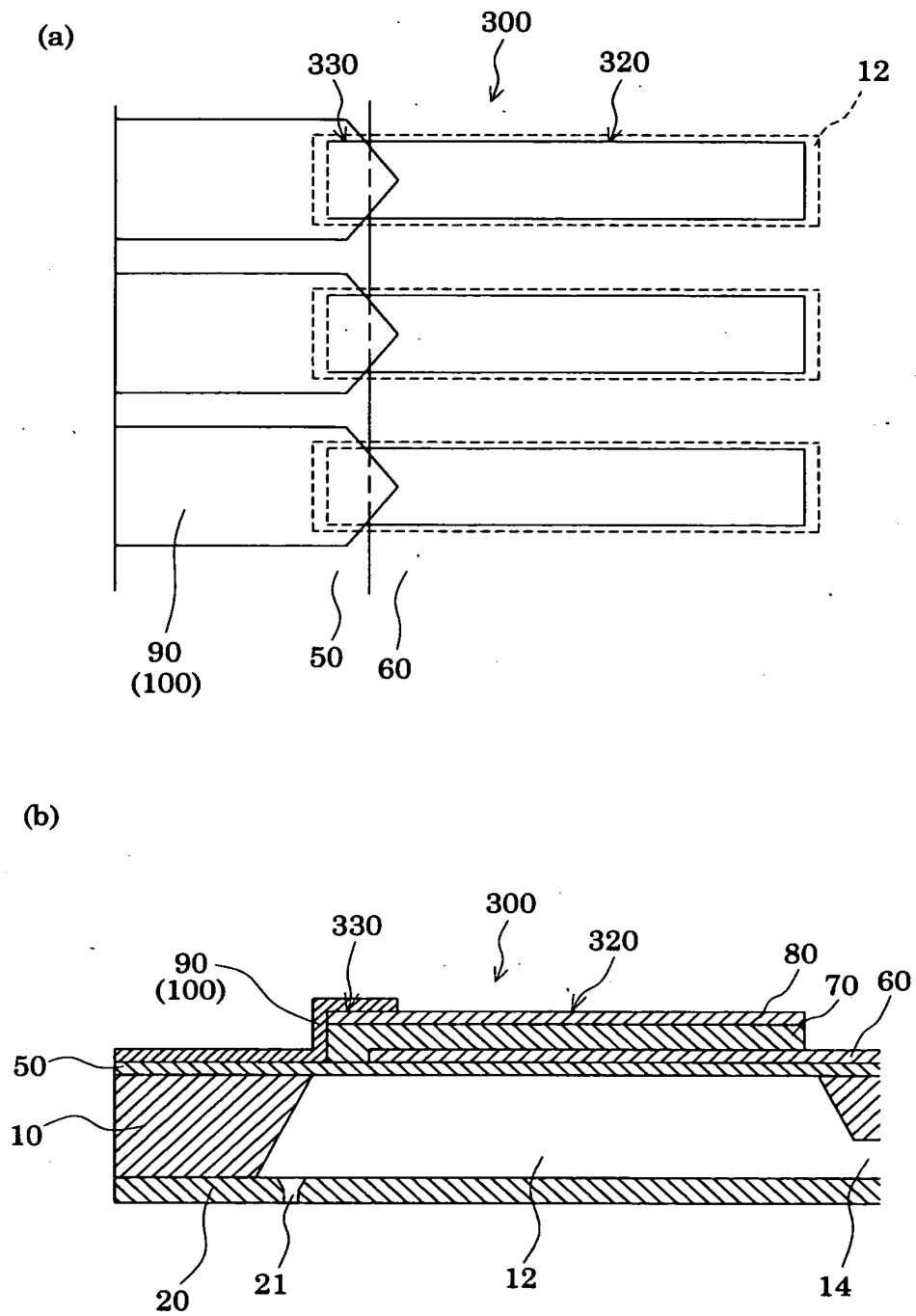
(d)



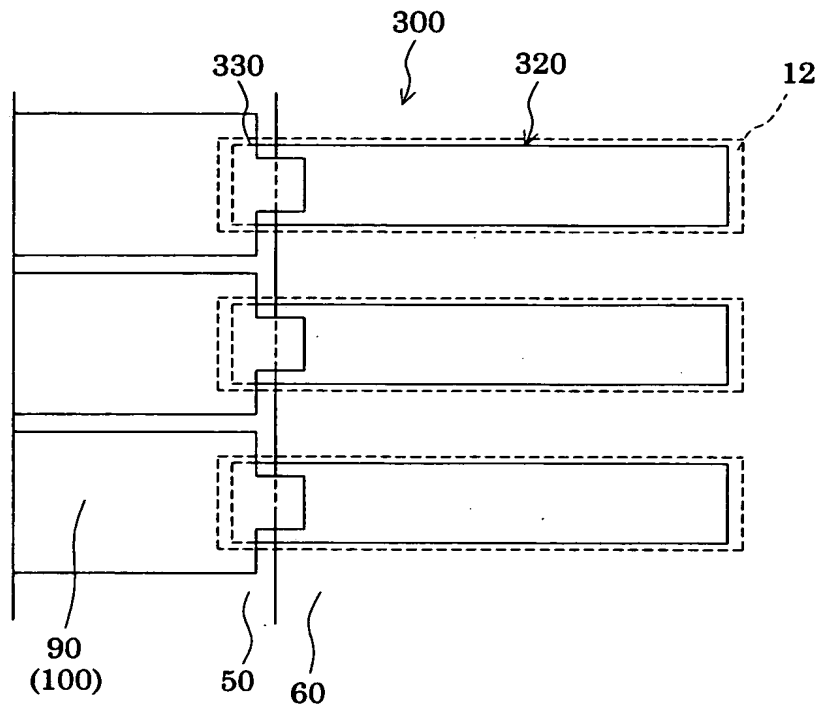
【図 4】



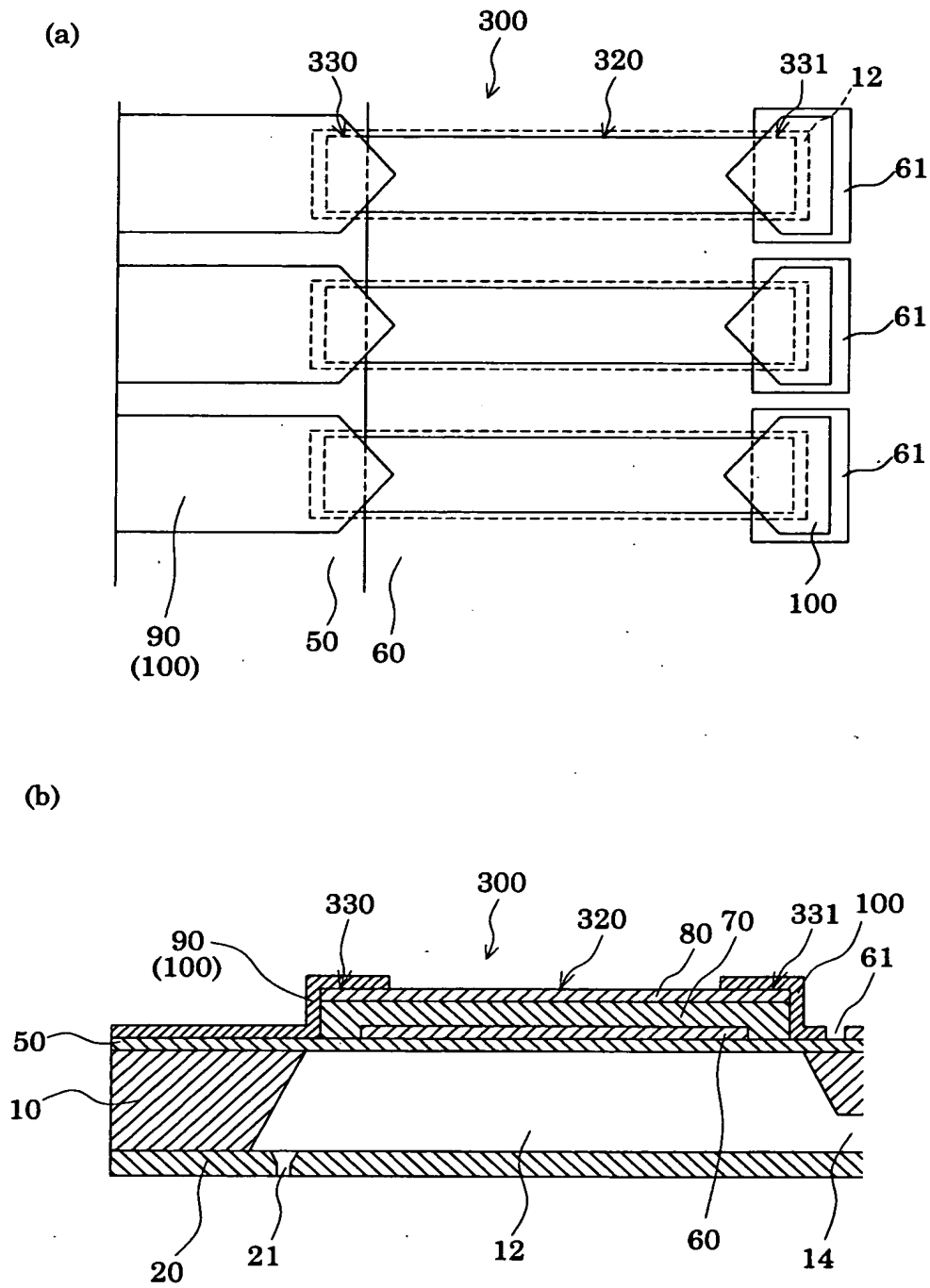
【図 5】



【図 6】

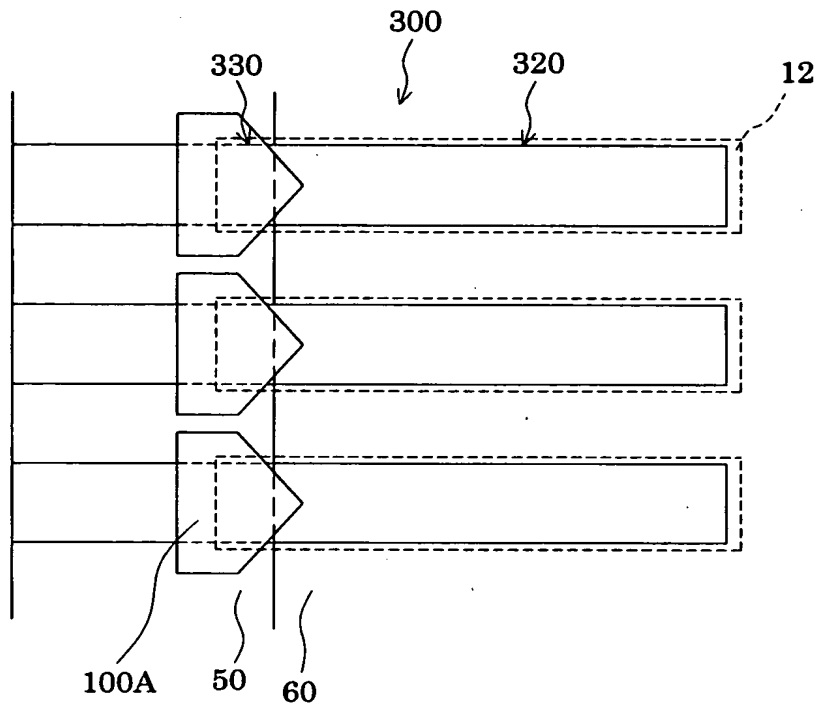


【図 7】

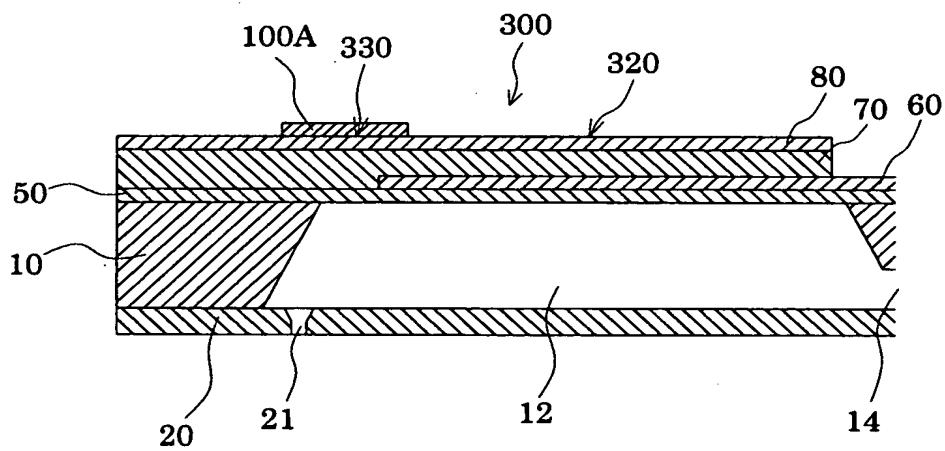


【図 8】

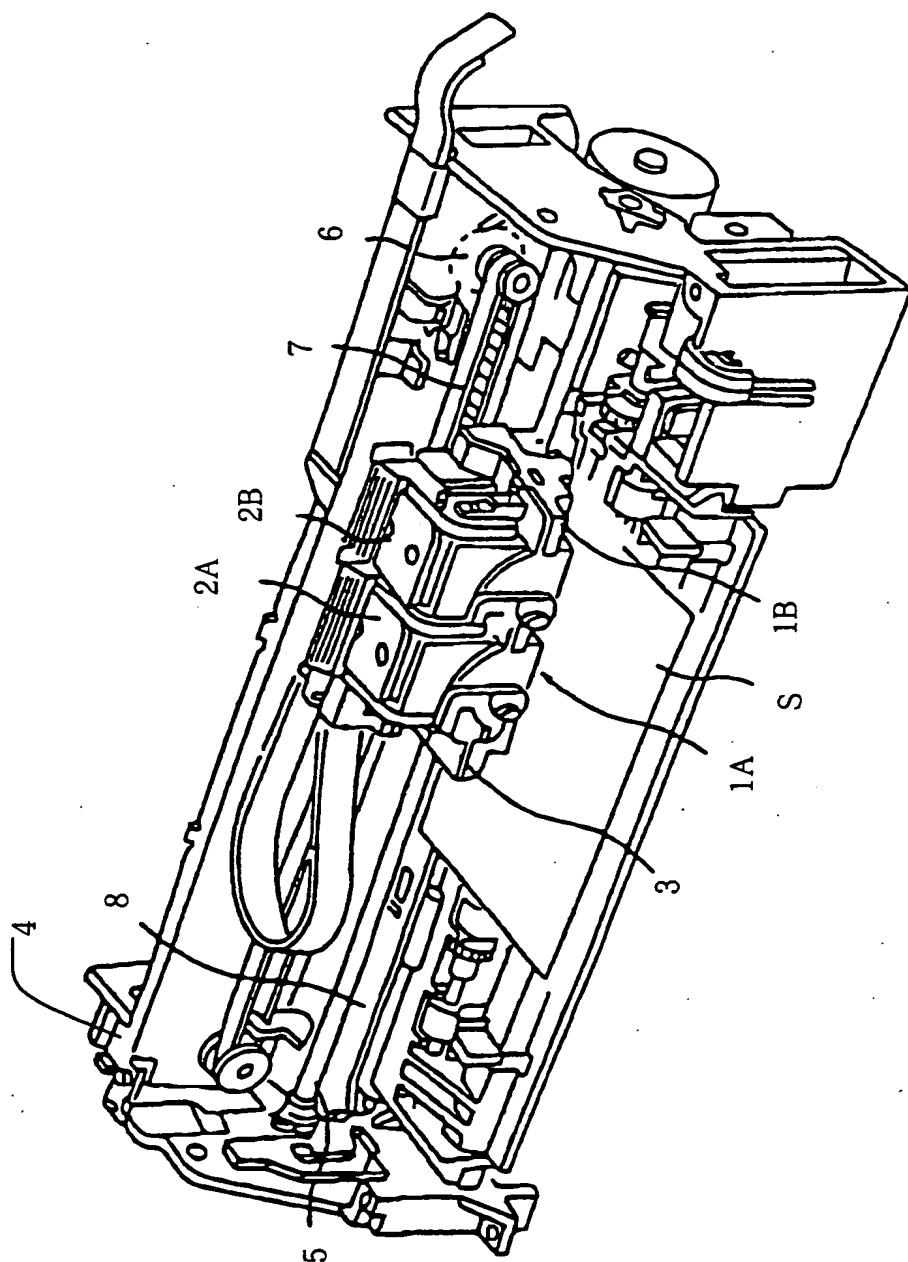
(a)



(b)



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノズルを高密度に配設でき且つ製造コストを低減したインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 ノズル開口に連通する圧力発生室 1 2 と、この圧力発生室 1 2 に対応する領域に振動板を介して設けられた下電極 6 0、圧電体層 7 0 及び上電極 8 0 からなる圧電素子 3 0 0 とを備えるインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電素子 3 0 0 は、前記圧力発生室 1 2 に対向する領域内に、実質的な駆動部となる圧電体能動部 3 2 0 と該圧電体能動部 3 2 0 から連続する前記圧電体層 7 0 を有するが実質的に駆動されない圧電体非能動部 3 3 0 とを有し、且つ当該圧電素子 3 0 0 の駆動による応力を抑えるための応力抑制層 1 0 0 を、前記圧電体能動部 3 2 0 と前記圧電体非能動部 3 3 0 との境界を跨いで設ける。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-315607
受付番号	50001336031
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成12年10月17日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年10月16日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日	1990年 8月20日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名	セイコーエプソン株式会社